

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89110792.2

51 Int. Cl.<sup>4</sup> **F41D 7/06**

22 Anmeldetag: 14.06.89

30 Priorität: 16.06.88 DE 3820492

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
20.12.89 Patentblatt 89/51

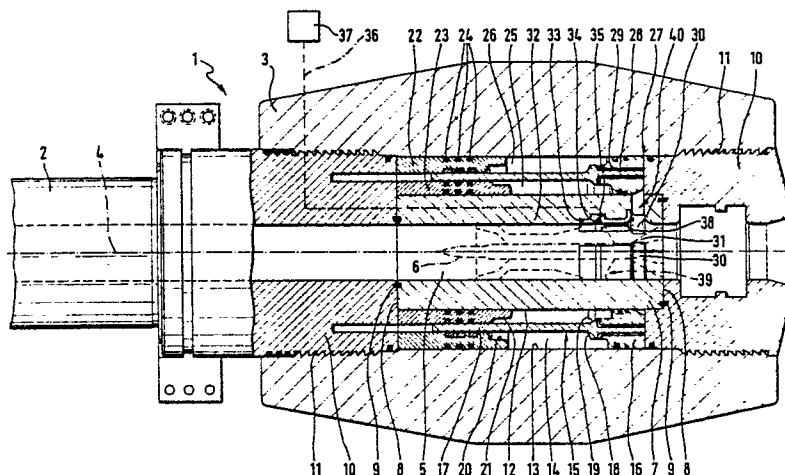
34 Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT NL

71 Anmelder: **DIEHL GMBH & CO.**  
**Stephanstrasse 49**  
**D-8500 Nürnberg(DE)**

72 Erfinder: **Zwingel, Dieter, Dr.**  
**Weinleite 34**  
**D-8568 Simmelsdorf(DE)**  
Erfinder: **Lochner, Günther**  
**Frankenstrasse 20**  
**D-8503 Altdorf(DE)**  
Erfinder: **Bleickert, Sönke**  
**Hauptstrasse 35**  
**D-8501 Rückersdorf(DE)**

54 **Rohrwaffe mit chemisch-elektrischem Hybridantrieb mittels regenerativer Treibmitteleinspritzung.**

57 Bei einer Rohrwaffe (1) mit chemisch-elektrischem Hybridantrieb mittels einer regenerativen Einspritzung von flüssigen Treibmitteln werden die Treibmittelkomponenten (40) oder die durch Reaktion dieser Treibmittelkomponenten entstehenden Gase zwangsweise an einem Plasmabrenner (33) vorbeigelenkt, wo die elektrische Energie der Lichtbogenentladung in diese vorbeiströmende Materie eingekoppelt wird. Der Plasmabrenner (33) besitzt eine vordere ringförmige Elektrode (34), während die zweite Elektrode (38) mit dem Waffengehäuse elektrisch verbunden ist.



**EP 0 346 867 A2**

## Rohrwaffe mit chemisch-elektrischem Hybridantrieb mittels regenerativer Treibmitteleinspritzung

Die Erfindung betrifft eine Rohrwaffe mit chemisch-elektrischem Hybridantrieb mittels regenerativer Einspritzung von flüssigen Treibmitteln durch zumindest einen axial bewegbaren Kolben.

Es sind bereits Rohrwaffen mit regenerativer Einspritzung von flüssigen Treibstoffen bekannt, die entweder mit monergolen oder mit diergolen Flüssigkeiten arbeiten.

Bei der Anwendung von monergolen Treibmitteln wird beispielsweise der Treibstoff von einem Differentialkolben während des Verbrennungsvorganges eingespritzt, wodurch ein insgesamt geregelter Verbrennungsablauf gegeben ist. Allerdings ist der Energieverbrauch für den Antrieb des Kolbens relativ hoch.

Bei einem anderen System wird der monergole Treibstoff in einen Raum hinter das Geschöß gepumpt und dort gezündet, wobei das Geschöß gegenüber dem Rohr die Abdichtung übernimmt. Dieses System ist im Aufbau einfach, jedoch bestehen erhebliche Schwierigkeiten, eine exakte Zündung und einen reproduzierbaren Abbrand zu erreichen.

Aus der DE 31 53 053 C2 ist eine Flüssigtreibstoff-Geschützvorrichtung mit einer Direkteinspritzung bekannt, bei welcher ein T-förmiger Differentialdruckkolben in einem Verschlußgehäuse hinter dem Geschützrohr axial beweglich angeordnet ist. Der Differentialdruckkolben besitzt eine axiale und durch seinen Kopf und Schaft hindurchgehende Bohrung zum Nachladen von Geschossen.

Diese bekannte Vorrichtung stellt ein äußerst komplexes Gerät dar, bei dem das Bauvolumen groß ist und die Zuführung und Entladung einer Patrone technisch aufwendig gelöst sind.

Hinzu kommt bei den Rohrwaffen mit regenerativer Einspritzung chemischer Treibmittel der generelle Mangel, daß mit der bisher bekannten Technologie keine Mündungsgeschwindigkeiten der Geschosse deutlich über 2200 m/s erreicht werden können, um den zukünftigen Forderungen an eine moderne Hochleistungs-Rohrwaffe zu genügen.

Bekannterweise werden sehr hohe Mündungsgeschwindigkeiten der Geschosse in sogenannten elektro-thermischen Kanonen erzielt. Dies geschieht durch die Ausnutzung von elektrischer Energie, die einem Arbeitsmedium durch die Bogenentladung in einem Plasmabrenner zugeführt wird. Bei dem derzeitigen technologischen Stand sind der Platzbedarf und die Masse der erforderlichen elektrischen Speicher jedoch zu groß, um in ein truppentaugliches Kampffahrzeug eingebaut werden zu können.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Rohrwaffe der eingangs genannten Art zu schaffen,

die es bei einfacher Bauart, geringem Platzbedarf und ohne übermäßig erhöhten technischen Aufwand ermöglicht, sehr hohe Mündungsgeschwindigkeiten der Geschosse zu erzielen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Treibmittelkomponenten und/oder die durch Reaktion der Treibmittelkomponenten entstehenden Gase an einer Elektrodenanordnung eines Plasmabrenners zwangsweise derart vorbeigelenkt werden, daß die elektrische Energie einer Lichtbogenentladung in die vorbeiströmende Materie eingekoppelt wird.

Der entscheidende Vorteil dieser Rohrwaffe ist, daß eine Mündungsgeschwindigkeit erreicht wird, die deutlich über den Werten liegt, die heute mit einem Flüssigantrieb oder Pulverantrieb durch Rohrwaffen erzielbar sind. Gleichzeitig wird mit dieser erfindungsgemäßen Kombination eine Reduzierung der Anforderungen an die Speicherkapazität und auch an die Energieversorgung gegenüber rein elektrisch betriebenen Beschleunigern erzielt.

Weitere Vorteile bieten sich dadurch an, daß der Einsatz von unterschiedlichen flüssigen Treibstoffkombinationen, so beispielsweise Monergole, die nicht mehr die speziellen Sicherheitsprobleme hochenergetischer Monergole aufweisen, möglich ist. Bei einer geeigneten Treibmittelauswahl kann das flüssige Treibmittel der Rohrwaffe außerdem auch für den Betrieb des Primärenergieerzeugers der elektrischen Antriebskomponente verwendet werden.

Schließlich wird für den Flüssigantrieb keine separate Anzündung benötigt. Der für die Einspritzung erforderliche Vordruck wird durch die Zündung des Lichtbogens im Plasmabrenner erzeugt.

In Ausbildung der Erfindung kann der Plasmabrenner ringförmig gestaltet und im rückwärtigen Bereich des Geschößlagers im Waffengehäuse oder im Waffenrohr angeordnet sein, wobei seine innere Durchströmöffnung mit der Brennkammer und/oder den Kanälen für die Verbrennungsgase und unverbrannten Anteile der Treibmittelkomponenten in offener Verbindung steht. Ferner kann der Plasmabrenner ein ringförmiger Körper aus elektrisch isolierendem Material sein, der in die Zylinderwand des Geschößlagers axial und radial unverschieblich eingesetzt ist, wobei in die Innenmantelfläche im vorderen Bereich des Körpers eine ringförmige Elektrode mit einer aus dem Waffengehäuse bzw. dem Waffenrohr herausgeführten elektrisch isolierten Zuleitung einer Energiequelle eingesetzt ist, während die zweite Elektrode elektrisch leitend mit dem Waffengehäuse verbunden ist.

In besonderer Ausbildung dieses Erfindungsge-

dankens kann die ringförmige Elektrode aus Einzelsegmenten gebildet sein, die jeweils mit eigenen elektrisch isolierten Zuleitungen verbunden sind und in der Anordnung und Menge der Lage und der Menge der Kanäle für die flüssigen und/oder gasförmigen Treibmittelkomponenten entsprechen. Die Anordnung mehrerer Einzelsegmente ermöglicht in vorteilhafter Weise eine gesteuerte, zeitversetzte Einkopplung der Energie.

Der ringförmige Körper des Plasmabrenners kann eine bestimmte Anzahl von achsparallelen Bohrungen besitzen, die von den Treibmittelkomponenten durchströmt werden und als Entladungsstruktur für Lichtbögen dienen, welche zwischen den entsprechenden Elektroden gezündet werden, wobei die Ausströmung des Treibmittels in der Nähe der ersten Elektrode durch geeignet gewählte Bohrungen in den Ladungsraum hinter dem Treibspiegel eines Geschosses erfolgt.

Zur Zündung des Lichtbogens kann eine elektrisch leitende Schicht auf dem sonst isolierten hinteren Teil eines Treibspiegels oder Treibkäfes eines in das Geschosslager eingeführten Geschosses verwendet werden, wobei wahlweise die zweite Elektrode in Anordnung und Menge der ersten ringförmigen oder segmentierten Elektrode entspricht.

Weitere Merkmale und vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels einer Rohrwafl mit einer ringförmigen Anordnung eines einzelnen Einspritzkolbens.

Die einzige Figur zeigt eine Rohrwafl mit regenerativer Treibmitteleinspritzung und dem Einbau eines Plasmabrenners, teilweise im Schnitt.

Es sei jedoch vermerkt, daß auch andere Einspritzkonzepte gewählt werden können, denen ein Plasmabrenner zugeordnet wird, ohne daß dadurch der Bereich der Erfindung verlassen wird. Es können beispielsweise zwei Ringkolben eingesetzt werden, die einander gegenüberstehen. Es könnte ebenso auch ein einziger Einspritzkolben axial hinter dem Waffenrohr angeordnet werden. Ferner könnten ein oder mehrere separate Einspritzsysteme radial oder axial oder in einer Zwischenlage zur Seelenachse des Waffenrohres vorgesehen sein.

Die Rohrwafl 1 besitzt am hinteren Ende des Waffenrohres 2 ein Waffengehäuse 3. In dem Waffengehäuse 3 befindet sich coaxial zur Seelenachse 4 das Geschosslager 5, in welchem ein zum Abschuß bereites Treibspiegelgeschos 6 eingeführt ist. Das Geschosslager 5 ist durch ein zylinderförmiges Kaliberteil 7 gebildet, welches mit seinen Stirnseiten 8 unter Zwischenfügung je eines Dichtringes 9 an axial an das Kaliberteil 7 anliegende Einsatzstücke 10 angrenzt. Die Einsatzstücke 10 sind über

eine Schraubverbindung 11 mit dem Waffengehäuse 3 formschlüssig verbunden.

Zwischen der äußeren Mantelfläche 12 des Kaliberteiles 7 und der inneren Mantelfläche 13 des Waffengehäuses 3 ist ein ringförmiger Zylinder 14 geschaffen, in welchem ein Ringkolben 15 axial beweglich eingesetzt ist. Der Ringkolben 15 besitzt einen Kolbenkopf 16 und einen Kolbenschaft 17, wobei die Übergänge vom Kolbenkopf 16 zum Kolbenschaft 17 an der radial innen- und radial außenliegenden Seite Stufen 18 und 19 besitzen, die in entsprechende Ausnehmungen 20 und 21 von Dichtungsträgern 22 und 23 bei der rückwärtigen Anlage eintauchen. Die Dichtungsträger 22 und 23 besitzen in Ringnuten Dichtelemente 24, um auf diese Weise eine radiale Abdichtung der Ladungsräume 25 und 26 hinter dem Kolbenkopf 16 zu erreichen.

Von der Stirnfläche des Ringkolbenkopfes 16 gehen Zuströmkanäle 28 und 29 aus, die in die Ladungsräume 25 und 26 einmünden.

Im Bereich der Berührungsebene 27 der Kolbenkopfstirnfläche mit der gegenüberstehenden Stirnfläche des Einsatzstückes 10 befinden sich in der Zylinderwand des Kaliberteils 7 radiale Durchbrüche 30, deren Durchgangsfläche mindestens gleich der Querschnittsfläche des Geschosslagers 5 ist.

Die ringförmig umlaufend angeordneten Durchbrüche 30 sind jeweils durch Stege 31 voneinander getrennt.

Die ringförmig umlaufend angeordneten Durchbrüche 30 sind jeweils durch Stege 31 voneinander getrennt.

Die Durchbrüche 30 münden als Kanäle von der Brennkammer in der Berührungsebene 27 im Geschosslager 5 im hinteren Bereich ein. Unmittelbar axial vor den Kanälen 30 ist in die Zylinderwand 32 des Geschosslagers 5 ein ringförmiger Körper 33 aus einem elektrisch isolierendem Material, beispielsweise Keramik, axial und radial in entsprechende Ausnehmungen unverschieblich eingesetzt. Dieser ringförmige Körper stellt den Plasmabrenner 33 mit der im vorderen Bereich eingesetzten ringförmigen Elektrode 34 dar, die in eine Ringnut 35 des Plasmabrenners eingesetzt ist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Elektrode 34 aus insgesamt drei voneinander getrennten Ringsegmenten gebildet, die jeweils mit eigenen elektrisch isolierten Zuleitungen 36 einer Energiequelle 37 verbunden sind. Die Menge der Segmente entspricht dabei der Anzahl der Kanäle 30. Die Lage der einzelnen Segmente der ringförmigen Elektrode 34 befindet sich jeweils im Bereich der Durchbrüche bzw. der Kanäle 30 im Kaliberteil 7. Die erforderliche zweite Elektrode 38 ist am rückwärtigen Ende der Entladungsstrecke (33) angebracht und steht mit dem Waffengehäuse 7 in elektri-

schem Kontakt. Die Zündung des Lichtbogens erfolgt durch eine dünne, elektrisch leitfähige Schicht auf der Oberfläche des Treibspiegels 39, der an dieser Stelle aus isolierendem gefertigt oder mit einer isolierenden Schicht überzogen ist. Die Anordnung und die Menge der elektrisch leitenden Schichten entspricht wiederum der Lage und der Menge der Einzelsegmente der ersten Elektrode 33.

Nach entsprechender Zündung des Lichtbogens wird in den Kanälen 30 und dem Verbrennungsraumbereich vor dem Einspritzkolben 15 ein Gasdruck aufgebaut, der die axiale Einspritzbewegung des Kolbens 15 bewirkt. Zur Verbesserung des Gasdruckaufbaus können Teile des als Isolator ausgebildeten Treibspiegels 39 durch den Lichtbogen verdampft werden.

Die Treibmittelkomponenten 40 und/oder die bei der Reaktion der Treibmittelkomponenten 40 entstehenden Gase gelangen durch die Kanäle 30 hinter das Geschos 6 in dem Geschoslager 5, wodurch das Geschos beschleunigt wird. Während des Vorbeiströmens der Verbrennungsgase und der zum Teil nicht umgesetzten Treibmittelkomponenten 40 durch den Plasmabrenner 33 erfolgt weiterhin gleichzeitig die Lichtbogenentladung über die beiden Elektroden 34 und 38, so daß die dadurch erzeugte elektrische Energie in die vorbeiströmende Materie mit eingekoppelt wird. Dies hat zur Folge, daß die vorbeiströmende Materie auf eine sehr hohe Geschwindigkeit gebracht wird. Bei geeigneter Wahl der Treibmittelkomponenten 40 entstehen außerdem Verbrennungsprodukte geringen Molekulargewichten. Aufgrund bekannter innenballistischer Beziehungen ergibt sich daraus, daß das Geschos das Waffenrohr 2 mit einer gegenüber herkömmlichen Waffen wesentlich erhöhten Mündungsgeschwindigkeit verläßt.

## Ansprüche

1. Rohrwaŕfe mit elektrisch-chemischem Hybridantrieb mittels regenerativer Einspritzung von flüssigen Treibmitteln durch zumindest einen axial bewegbaren Kolben, dadurch gekennzeichnet, daß die Treibmittelkomponenten (40) und/oder die durch Reaktion der Treibmittelkomponenten (40) entstehenden Gase an einer Elektrodenanordnung eines Plasmabrenners (33) zwangsweise derart vorbeigelenkt werden, daß die elektrische Energie einer Lichtbogenentladung in die vorbeiströmende Materie eingekoppelt wird.

2. Rohrwaŕfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Plasmabrenner (33) ringförmig gestaltet und im rückwärtigen Bereich des Geschoslagers

(5) im Waffengehäuse (3) oder im Waffenrohr (2) angeordnet ist, wobei seine innere Durchströmöffnung mit der Brennkammer und/oder den Kanälen (30) für die Verbrennungsgase und unverbrauchten Anteile der Treibmittelkomponenten (40) in offener Verbindung steht.

3. Rohrwaŕfe nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Plasmabrenner (33) ein ringförmiger Körper aus elektrisch isolierendem Material ist, der in die Zylinderwand (32) des Geschoslagers (5) axial und radial unverschieblich eingesetzt ist, wobei in die Innenmantelfläche im vorderen Bereich des Körpers eine ringförmige Elektrode (34) mit einer aus dem Waffengehäuse (3) bzw. dem Waffenrohr (2) herausgeführten, elektrisch isolierenden Zuleitung (36) einer Energiequelle (37) eingesetzt ist, während die zweite Elektrode (38) elektrisch leitend mit dem Waffengehäuse verbunden ist.

4. Rohrwaŕfe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Elektrode (34) aus Einzelsegmenten gebildet ist, die jeweils mit eigenen elektrisch isolierten Zuleitungen (36) verbunden sind und in der Anordnung und Menge der Lage und der Menge der Kanäle (30) für die flüssigen und/oder gasförmigen Treibmittelkomponenten (40) entsprechen.

5. Rohrwaŕfe nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Körper des Plasmabrenners (33) eine bestimmte Anzahl achsparalleler Bohrungen besitzt, welche von den Treibmittelkomponenten (40) durchströmt werden und als Entladungsstruktur für Lichtbögen dienen, welche zwischen den entsprechenden Elektroden (34, 38) gezündet werden, wobei die Ausströmung des Treibmittels in der Nähe der ersten Elektrode (34) durch geeignet gewählte Bohrungen in den Ladungsraum hinter dem Treibspiegel (39) eines Geschosses (6) erfolgt.

6. Rohrwaŕfe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zündung des Lichtbogens eine elektrisch leitende Schicht (35) auf dem sonst isolierten, hinteren Teil eines Treibspiegels oder Treibkäfigs (39) eines in das Geschoslager (5) eingeführten Geschosses (6) verwendet wird, wobei wahlweise die zweite Elektrode (38) in Anordnung und Menge der ersten ringförmigen oder segmentierten Elektrode (34) entspricht.

7. Rohrwaŕfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der für die Einspritzung der Treibmittelkomponenten (40) in die Brennkammer bzw. Kanäle (30) erforderliche Vordruck durch die Zündung des Lichtbogens im Plasmabrenner (33) erzeugt wird.

8. Rohrwaŕfe nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Zündung der chemischen Reaktion wahl-  
weise durch eine kleine Pulverladung oder mittels  
einer Flüssigkeitsanzündung oder mittels mechani- 5  
schem Fremdantrieb des Einspritzkolben (15) für  
einen bestimmten Anfangshub erfolgt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

